

51

Int. Cl. 2:

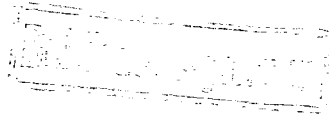
**B 01 D 59/32**

C 01 B 4/00

19 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**



**DE 29 00 912 A 1**



11

# **Offenlegungsschrift 29 00 912**

21

Aktenzeichen: P 29 00 912.9

22

Anmeldetag: 11. 1. 79

43

Offenlegungstag: 22. 11. 79

31

Unionspriorität:

32 33 31

18. 5. 78 V.St.v.Amerika 907105

54

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zur Entfernung und Gewinnung von Tritium aus leichtem und schwerem Wasser

71

Anmelder: Atomic Energy of Canada Ltd., Ottawa

74

Vertreter: Manitz, G., Dipl.-Phys. Dr.rer. nat.;  
Finsterwald, M., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.; Grämkow, W., Dipl.-Ing.;  
Pat.-Anwälte, 8000 München u. 7000 Stuttgart

72

Erfinder: Butler, John P.; Hammerli, Martin M.; Deep River, Ontario (Kanada)

**DE 29 00 912 A 1**

Atomic Energy of Canada Ltd.  
Ottawa, Ontario  
Canada

DEUTSCHE PATENTANWÄLTE  
DR. GERHART MANITZ DIPL.-PHYS.  
MANFRED FINSTERWALD DIPL.-ING., DIPL.-WIRTSCH.-ING.  
WERNER GRÄMKOW DIPL.-ING.  
DR. HELIANE HEYN DIPL.-CHEM.  
BRITISH CHARTERED PATENT AGENT  
JAMES G. MORGAN B. SC. (PHYS.), D. M. S.  
ZUGELASSENE VERTRETER BEIM EUROPÄISCHEN PATENTAMT  
REPRESENTATIVES BEFORE THE EUROPEAN PATENT OFFICE  
MANDATAIRES AGRÉÉS PRES L'OFFICE EUROPÉEN DES BREVETS

S/3/SL - A 3185

München, den 11. Januar 1979

---

Verfahren und Vorrichtung zur Entfernung und Gewinnung von  
Tritium aus leichtem und schwerem Wasser

---

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Vorrichtung zum Entfernen von Tritium aus leichtem und schwerem Wasser, g e k e n n z e i c h n e t durch
  - a) eine Katalysator-Isotopenaustausch-Anreicherungsäule, durch die Wasserstoffgas und flüssiges Wasser in Gegenstrom-Isotopenaustauschbeziehung hindurchtreten,
  - b) eine elektrolytische Zelle mit einer Anodenseite und einer Kathodenseite und einem dazwischen befindlichen Separator,
  - c) einen Entfeuchter-Wäscher,

009847/0557

2900912

- d) eine Einrichtung zum Zuleiten des mit Tritium angereicherten flüssigen Wassers von der Katalysatorsäule durch den Entfeuchter-Wäscher zur Elektrolysezelle,
- e) eine Einrichtung zum Zuleiten des an der Kathodenseite der Zelle entwickelten Wasserstoffgases durch den Entfeuchter-Wäscher zu der Katalysatorsäule, wobei der Entfeuchter-Wäscher zum Einstellen der Feuchtigkeit des Tritium-verarmten Wasserstoff-Gases auf die in dem Anreicherer vorherrschenden Bedingungen ausgelegt ist, um die Tritiumkonzentration des Wasserdampfes im Gasstrom in Isotopengleichgewicht mit dem flüssigen Wasser aus dem Anreicherer zu bringen und um in dem Wasserstoffgas mitgerissenen Elektrolyt in den nach unten strömenden Wasserstrom zu überführen,
- f) eine Abzieh- oder Abtrennsäule,
- g) eine Einrichtung zur Zuleitung des Wasserstoffgases von der Katalysatorsäule durch die Abtrennsäule zu einer Abgabestelle,
- h) eine Einrichtung zum Durchleiten des zugeführten flüssigen Wassers durch die Abtrennsäule zu der Katalysatorsäule, wobei die Abtrennsäule zur Reduzierung des Tritiumgehalts des bereits verarmten Wasserstoffs durch Überführen des Tritiums an den gegenströmenden Fluß des Flüssigwassers ausgelegt ist,
- i) eine Einrichtung zur Einführung des Tritium-haltigen Zuführwassers zu dem oberen Teil der Katalysatorsäule,
- j) einen Gastrockner,

909847/0557

1950

2900912

- k) eine Einrichtung zur Aufnahme des an der Anodenseite der elektrolytischen Zelle entwickelten Sauerstoffgases und des Wasserdampfes mit hohem Tritiumanteil von der Zelle und zum Durchleiten dieser Stoffe durch den Gastrockner zur Entfernung des Wasseranteils,
  - l) eine Einrichtung zur Rückführung dieses Wassers zur Zelle und
  - m) eine Einrichtung zum Abnehmen eines Tritium-haltigen Endprodukts von dem System.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum Abnehmen eines Tritium-haltigen Endprodukts eine Einrichtung zum Abnehmen eines Anteils des aus dem Sauerstoffgastrockner erhaltenen Wassers und zum Zuleiten dieses Anteils zur einer Abgabestelle ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum Abnehmen eines Tritium-haltigen Endprodukts eine Einrichtung zum Abnehmen eines Anteils vom Wasserstoffstrom zwischen dem Entfeuchter-Wäscher und der Anreicherungssäule und zum Ableiten zu einer Abgabestelle ist.
4. Vorrichtung zum Entfernen von Tritium von leichtem Wasser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich eine Gleichgewichtsstufe für die Dampf- und die Flüssigkeitsphase vorgesehen ist, daß eine Einrichtung zum Einführen einer Zugabe von natürlichem Flüssigwasser zu der Gleichgewichtsstufe vorgesehen ist, daß eine Einrichtung zum Weiterleiten des Wasserstoffgases von der Abtrennsäule zu der Gleichgewichtsstufe vorgesehen ist, wobei die Gleichgewichtsstufe so ausgelegt ist, daß sie die Tritium-Konzentration des Wasserdampfes in dem Gasstrom in

009847/0557

ORIGINAL INSPECTED

Isotopengleichgewicht mit dem zugegebenen natürlichen Wasser bringt, daß eine Einrichtung zum Zuleiten des flüssigen Wassers von der Gleichgewichtsstufe zu der Abtrennsäule vorgesehen ist und eine Einrichtung zum Weiterleiten des Tritium-verarmten Wasserstoffgases von der Gleichgewichtsstufe zu einer Abgabestelle vorgesehen ist.

5. Vorrichtung zum Entfernen von Tritium von schwerem Wasser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich ein Brenner zum Wiedervereinigen des Sauerstoffs mit dem Wasserstoff vorgesehen ist, daß eine Einrichtung zum Zuleiten des Wasserstoffgases von der Abtrennsäule zu dem Brenner vorgesehen ist, daß eine Einrichtung zum Zuleiten des Sauerstoffgases von dem Gastrockner zu dem Brenner vorgesehen ist, daß eine Einrichtung zum Zuleiten eines Anteils des im Brenner wiedervereinigten Wassers von dem Brenner zu der Abtrennsäule vorgesehen ist und daß eine Einrichtung zur Zurückleitung des verbleibenden Anteils des Tritium-verarmten im Brenner wiedervereinigten Wassers zu der Quelle vorhanden ist.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Entfernen von Tritium von schwerem Wasser  $D_2O$  und von leichtem Wasser  $H_2O$ , und insbesondere betrifft die Erfindung ein kombiniertes Elektrolyse-Katalyse-Austauschverfahren und eine zugehörige Vorrichtung.

Tritium fällt beispielsweise bei folgenden Gelegenheiten an: Bei Wiederaufbereitungsanlagen für Kernbrennstoffe (Tritium in Leichtwasser), bei Abfällen von militärischen Unternehmungen in Verbindung mit Kernwaffenprogrammen und bei Schwerwasser-Kernreaktoren, bei denen Tritium durch Neutroneneinfang im Deuterium des als Moderator und als Kühlmittel dienenden schweren Wassers entsteht.

Gegenwärtig wird die Entfernung von Tritium aus Wasser durch verschiedenen Wasserstoff-Trennverfahren bewerkstelligt, beispielsweise durch Wasser-Destillation, durch kryogenes Destillieren von Wasserstoff und durch ähnliche Verfahren. Die Verfahren besitzen nur kleine Trennfaktoren und sind für Primär-Voranreicherungsstufen nicht sehr gut geeignet. Das kryogene Destillieren von Wasserstoff ist wahrscheinlich die noch am meisten geeignete Technik für die Endanreicherung des Tritiums auf einen Gehalt von 99%  $T_2$ .

Bei Leistungs-Kernreaktoren mit schwerem Wasser als Kühlmittel und Moderator kann die fortschreitende Anreicherung tritiierten schweren Wassers (DTO) in dem  $D_2O$  zu Problemen bei der Steuerung der Strahlenbelastung in den Kernleistungsstationen führen. Die Verunreinigung mit DTO wird fortwährend in dem Reaktor erzeugt, wenn das  $D_2O$  einer Neutronen-Strahlung unterworfen ist. Bei den gegenwärtig vorhandenen kanadischen Kernenergiestationen bewegt sich die durchschnittliche Tritiumbelastungen in der Größenordnung von 1 Curie pro kg  $D_2O$  in den Primär-Wärmetransportsystemen und mehr als 10 Curie/kg  $D_2O$  in den Moderator-

009847/0557

systemen. Diese Werte steigen mit weiterem Betrieb an. Obwohl das Tritium nur in vergleichsweise geringen Mengen vorhanden ist, ergibt es doch wegen seiner Radioaktivität beträchtliche Strahlungsprobleme, wenn der  $D_2O$ -Kreislauf Leckstellen bekommt, oder wenn das  $D_2O$  von dem System abgelassen wird.

Obwohl Tritium zur Zeit eine unerwünschte Verunreinigung bei Schwerwasserreaktoren und anderen Vorgängen darstellt, ist vorauszusehen, daß dieses Material in der Zukunft einen hohen kommerziellen Wert bekommen wird, beispielsweise für die Anwendung bei Laser-induzierten Kernverschmelzungsreaktionen und bei Geräten, die kleine Quellen von radioaktiver Energie erforderlich machen und bei ähnlichen Anwendungen.

Es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung, ein sicheres und wirtschaftliches Verfahren und eine dazu geeignete Vorrichtung zum Entfernen von Tritium von schwerem und von leichtem Wasser zu schaffen.

Ein weiteres Ziel der Erfindung besteht darin, ein System zu schaffen, um die Tritiumwerte in Leichtwassersystemen so zu reduzieren, daß das Wasser sicher an die Umgebung abgelassen werden kann.

Ein weiteres Ziel der Erfindung liegt darin, eine Vorrichtung zur Reduzierung der Tritiumwerte in den Schwerwasser-Moderations- und Kühlsystemen von Kernenergiereaktoren zu schaffen.

Diese und weitere Ziele der Erfindung werden durch ein Verfahren erreicht, das darin besteht, tritiiertes Speisewasser in einer Katalysatorsäule im Gegenstrom mit Wasserstoffgas in Berührung zu bringen, das in einer Elektrolysezelle entsteht, so daß dieses Speisewasser mit Tritium von dem elektrolytisch erzeugten Wasserstoffgas angereichert wird und das Tritiumangereicherte Wasser einer Elektrolysezelle zuzuleiten, in der

das elektrolytische Wasserstoffgas erzeugt und dann nach oben durch die Katalysatorsäule geleitet wird. Der Tritiumgehalt des die Oberseite der Anreicherungs-Katalysatorsäule verlassenden Wasserstoffgases wird in einer <sup>Katalysator-enthaltenden</sup> Abtrennsäule weiter verringert, die das Tritium einem Gegenstrom von Flüssigwasser überführt.

Die Ziele werden gleichfalls durch eine Vorrichtung zur Entfernung von Tritium von leichtem und schwerem Wasser erreicht, die eine Katalysator-Isotopen-Austauschsäule umfaßt, in der Wasserstoffgas und flüssiges Wasser in Gegenstrom-Isotopenaustauschbeziehung strömen, die eine elektrolytische Zelle mit einer Anodenseite, einer Kathodenseite und einem dazwischen befindlichen Separator enthält, einen Entfeuchter-Wäscher, eine Einrichtung zum Durchleiten des mit Tritium angereicherten flüssigen Wassers von der Katalysatorsäule durch den Entfeuchter-Wäscher zu der Elektrolysezelle, eine Einrichtung zum Durchleiten des an der Kathodenseite der Zelle entwickelten Wasserstoffgases durch den Entfeuchter-Wäscher zu der Katalysatorsäule, wobei der Entfeuchter-Wäscher zur Einstellung der Feuchtigkeit des Wasserstoffgases von den in der Elektrolysezelle vorherrschenden Bedingungen auf die in der Katalysatorsäule vorherrschenden Bedingungen ausgelegt ist und einen Gleichgewichtszustand des Tritiums in dem durch das Wasserstoffgas mitgerissenen Wasserdampf mit dem nach unten fließenden Flüssigwasserstrom erreicht, eine Abtrennsäule, die den gleichen Katalysator wie die Austauschsäule enthält, eine Einrichtung zur Zuleitung des Wasserstoffstromes von der Katalysatorsäule durch die Abtrennsäule zu einer Abgabestelle, eine Einrichtung zum Durchleiten zugeführten flüssigen Wassers (Speisewasser) durch die Abtrennsäule zu der Katalysatorsäule, wobei die Abtrennsäule so ausgelegt ist, daß sie das Tritium aus dem Wasserstoffgas abtrennt und es an den nach unten fließenden



Flüssigwasserstrom überträgt, eine Einrichtung zum Einführen des tritiierten Zuführwassers mit dem Wasserstrom von der Abtrennsäule zum oberen Teil der Katalysatorsäule und eine Einrichtung zum Abziehen eines Tritium-angereicherten Endprodukts von dem System.

Die bevorzugte Anordnung umfaßt weiterhin einen Gastrockner, eine Einrichtung zur Aufnahme des an der Anodenseite der Elektrolysezelle entwickelten Sauerstoffgases und des hochtritiierten Wasserdampfes von der Zelle und zur Durchleitung des Gemisches durch des Gastrockner, um das Wasser zu kondensieren, eine Einrichtung zum Zurückleiten eines Anteils dieses Wassers zur Zelle und einer Einrichtung zum Abnehmen des verbleibenden Anteils als Tritium-angereichertes Endprodukt.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung beispielsweise näher erläutert; in der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 ein Flußdiagramm des Verfahrens zur Tritiumgewinnung aus leichtem Wasser und

Fig. 2 ein Flußdiagramm des Verfahrens zur Tritiumgewinnung aus schwerem Wasser.

In der Zeichnung sind beispielsweise Angabe von wichtigen Parametern der Verfahren in folgender Weise angezeigt:

- a) Flüssigkeits- und Gasflußraten in mol,
- b) Tritium-(T)-Konzentrationen in Curie/kg Wasser (Ci/kg H<sub>2</sub>O),
- c) Flüssigkeits/Gas-mol-Durchflußraten (L/G) als Verhältniszahlen
- d) Temperaturen ( $\tau$ ) in °C,
- e) Drücke (P) in Atmosphären (atm),
- f) Trennfaktoren ( $\alpha_C$ ) der Katalysatoren als Verhältniszahlen,
- g) Trennfaktoren ( $\alpha_E$ ) der Elektrolytzelle als Verhältniszahlen.

Es ist darauf hinzuweisen, daß die angegebenen Konzentrationen und Molarstromzahlen in der Zeichnung nur Beispielsangaben und entsprechend der Auslegung Änderungen unterworfen sein können.

In Fig. 1 sind die hauptsächlichlichen Elemente der Vorrichtung die Anreicherungssäule 10 und die elektrolytische Zelle 11. Die Anreicherungssäule ist eine Austauschsäule mit einem dicht gepackten Katalysatorbett, durch das das Wasserstoffgas und das flüssige Wasser in Gegenstrom-Isotopentauschbeziehung durchtreten. Der hohe Trennfaktor zwischen Tritium und Protium, der bei 25° einen Wert von  $\alpha_c$  etwa gleich 7 erreicht, gestaltet dieses Verfahren zur Konzentration von Tritium sehr leistungsfähig. Der Katalysator muß feuchtigkeitsfest, hydrophob und selbstverständlich in Anwesenheit von flüssigem Wasser aktiv sein. Bevorzugtes Katalysatormaterial ist ein Metall der Gruppe VIII, mit einer Beschichtung von wasserabstoßendem organischen Polymer oder Harz. Dieses kann aus der Gruppe ausgewählt sein, die aus Polyfluorkohlenstoffen, hydrophoben Kohlenwasserstoffpolymeren mit mittlerem bis hohem Molekulargewicht und aus Silikonen besteht, die für Wasserdampf und Wasserstoffgas permeabel sind. Diese Katalysatorarten sind in der US-PS 3 981 976 und in der am 18. Oktober 1976 eingereichten US-Patentanmeldung 733 417 beschrieben. Katalysatorarten, die zum Einsatz bevorzugt werden, sind ebenfalls in einem Vortrag beschrieben, der unter dem Titel "Novel Catalysts for Isotopic Exchange between Hydrogen and Liquid Water" in der ACS-Symposium-Reihe Nr. 68 der American Chemical Society im Jahre 1978 erschienen ist.

Die elektrolytische Zelle 11 ist so aufgebaut, daß zwischen dem Anodenraum 11a und dem Kathodenraum 11b ein Separator 12 vorgesehen ist. Aus Wirtschaftlichkeitsgründen wird vorzugsweise eine Zelle mit einem geringen Wasser- und/oder Elektrolyt-Gehalt

verwendet.

Der auf elektrolytischem Wege in der elektrolytischen Zelle erzeugte Wasserstoff ist bereits gegenüber dem Elektrolyten infolge des kinetischen Isotopeneffekts bei der Wasserstoff-freisetzungsreaktion Tritium-verarmt. Er wird, wie mit gestrichelten Linien dargestellt, durch einen Entfeuchter-Wäscher 13 und durch eine Katalysatorsäule 10 geleitet, in der er stetig den größten Teil des verbleibenden Tritiums während seiner Bewegung durch die Säule nach oben in Gegenstrombeziehung mit dem mit Tritium angereicherten Speisewasser (durchgezogene Linien) bewegt wird, wobei das Speisewasser oberhalb der Säule zugegeben wird und durch die Säule und durch den Entfeuchter-Wäscher zur elektrolytischen Zelle hindurch nach unten tröpfelt. Der Entfeuchter-Wäscher 13 dient dazu, die Feuchtigkeit des Tritium-verarmten Wasserstoffgases auf die in der Anreicherungssäule vorherrschenden Bedingungen einzustellen, um den Tritiumgehalt des Wasserdampfes in dem Gasstrom in Isotopengleichgewicht mit dem Flüssigwasser aus der Anreicherungs-zelle zu bringen und um mit dem Wasserstoffgas mitgeschleppten Elektrolyt auf den nach unten fließenden Wasserstrom zu übertragen. Das Wasserstoffgas wird nach dem Durchtritt durch die Anreicherungssäule an die Abtrennsäule 14 weitergeleitet, die ebenfalls den hydrophoben Katalysator enthält, so daß der Tritiumgehalt des bereits verarmten Wasserstoffs noch weiter dadurch reduziert wird, daß das Tritium an den Gegenstromfluß des flüssigen Wassers überführt wird. Das Wasserstoffgas fließt danach in die Gleichgewichtsstufe 15 für die Dampf- und die flüssige Phase, die dazu dient, die Tritiumkonzentration des Wasserdampfes im Gasstrom in Isotopengleichgewicht mit einer Zugabe aus natürlichem flüssigen Wasser (beispielsweise 100 mol mit einer Tritiumkonzentration  $T$  etwa gleich 0) zu bringen. Diese Flüssigkeit wird dann wieder zur Abtrennsäule zurückgeleitet. Wenn die Tritiumkonzentration des abgegebenen Wasserstoffgases auf genügend niedrige Wert abgesenkt ist, kann es

009847/0557

direkt an die Umgebungsluft abgegeben werden. Der Wasserstoff kann auch verbrannt werden, womit sich eine Leistungsquelle ergibt und das entstehende Wasser kann als Verfahrenswasser in dem System verwendet werden. Ein Teil dieses Wassers kann als Speisewasser für die Abtrennsäule verwendet werden.

Das mol-Verhältnis Flüssigkeit zu Gas L/G in der Abtrennsäule 14 kann in dem praktisch anwendbaren Bereich von 0,2 bis 0,8 geändert werden. Bei geringeren Werten dieses Verhältnisses steigt das Katalysatorvolumen an und es wird schwierig, die Säule zu betreiben. Bei einem L/G-Verhältnis vom Wert 0,5 (Fig. 1) muß das Tritium-haltige, zugeführte Wasser zweimal elektrolysiert werden. Bei ansteigendem L/G-Verhältnis steigt die Anzahl der notwendigen Elektrolysiervorgänge schnell an, so daß beispielsweise bei einem Verhältnis L/G = 0,8 eine 5-malige Elektrolyse stattfinden muß. In dem in Fig. 1 gezeigten System wird eine Zugabe von natürlichem Wasser zum Abtrennen verwendet und mit dem damit gegebenen niedrigen Tritiumgehalt wird die Abtrennung vereinfacht. Wie bereits erwähnt, ist es auch möglich, einen Teil des bei der Verbrennung entstehenden Wassers als Zugabe zu verwenden. Bei der Abtrennung von Tritium von Wasser in einer Wasseraufbereitungsanlage kann eine Reduzierung des Tritiumwertes auf 1/6 bereits ausreichend sein. In diesem Falle kann die Abtrennsäule nicht mehr notwendig sein. Der aus der Anreicherungs säule austretende Wasserstoff kann direkt in Wasser umgewandelt und als Verfahrenswasser der Brennstoffwiederaufbereitungsanlage zugeführt werden.

Der gasförmige Sauerstoff  $O_2$  und das in Dampfphase vorhandene Wasser  $H_2O_V$  (der Index V bezieht sich auf die Dampfphase, in der sich das Wasser oder das schwere Wasser befindet) von der Anodenseite der elektrolytischen Zelle 11 wird an den Gastrockner 16 weitergeleitet. Hier wird das Wasser entfernt und das stark mit Tritium angereicherte (tritiierte) flüssige Wasser wird zu

der Zelle zurückgeleitet. Ein Anteil dieses Rückleitungs-  
wassers wird als Endprodukt entnommen. Der Trockner kann  
beispielsweise ein Kondensator mit einer dicht gepackten Säule  
mit Molekularsieb-Trocknersubstanz oder ähnlichem sein. Der  
entweichende Sauerstoff kann an die Atmosphäre abgelassen  
werden, oder bei der Umwandlung des Wasserstoffs von der  
Abtrennsäule in Wasser verwendet werden.

Das erhaltene Tritium von diesem Verfahren kann an eine kleine  
elektrolytische Zelle weitergeleitet werden und der Wasserstoff,  
der dort erzeugt wird, wird getrocknet und vom Sauerstoff be-  
freit, bevor er einer kryogenen Wasserstoff-Destillationssäule  
zur Endanreicherung weitergegeben wird.

Alternativ kann ein Anteil des Wasserstoffstromes zur Anreiche-  
rungssäule getrocknet, vom Sauerstoff befreit und der kryogenen  
Destillationssäule zugeführt werden. Es kann auch ein Anteil  
des flüssigen Elektrolyts der Zelle 11 oder des Wassers, wenn  
die Zellen einen festen Elektrolyten enthalten, als Endprodukt  
abgezogen werden.

In Fig. 2 ist ein Flußdiagramm des zur Entfernung von Tritium  
aus schwerem Wasser ausgelegten Verfahren gezeigt. Das Tritium-  
haltige, in flüssigem Zustand befindliche schwere Wasser wird  
der Oberseite des Anreicherers 10 zugeführt. Ein Brenner 17  
vereinigt den erzeugten Sauerstoff  $O_2$  und das erzeugte Wasser-  
stoffgas, so daß sich eine  $D_2O$ -Abgabe und wieder zugeführtes  
flüssiges Wasser für die Abtrennsäule 14 ergibt. Bei diesem  
System ist der Wasserstoff-Wassertrennfaktor  $\alpha_c$  im Anreicherer  
10 und im Abtrenner 14 klein, beispielsweise gleich 1,66 bei  
 $25^\circ C$  und das L/G-Verhältnis des Abtrenners 14 wird beherrscht  
von der erforderlichen Abtrennmenge und dem Trennfaktor.  
Praktische L/G-Werte liegen in dem Bereich von 0,4 bis 0,7.

Der elektrolytische Trennfaktor Deuterium-Tritium  $D/T \alpha_E$  ist in diesem Fall auch kleiner und nimmt Werte im Bereich von etwa 1,3 bis 2 je nach Elektrodenmaterial und Betriebsbedingungen an. Da eine Abtrennsäule erforderlich ist, muß die Anzahl der Elektrolysevorgänge für das zugeführte Tritiumhaltige schwere Wasser etwa 1,7 bis 3,5 betragen und in dem gezeigten Beispiel wird dreimal eine Elektrolyse durchgeführt. Da die Trennfaktoren  $\alpha_C$  und  $\alpha_E$  für das Tritium-Deuterium-System viel kleiner sind als für das Tritium-Protium-System, erweist sich die Tritium-Abspaltung von schwerem Wasser als viel schwieriger. So sind bei einem einstufigen Betrieb die Gesamtanreicherungs-faktoren bei Tritiumabtrennung von Schwerm-wasser von beispielsweise 100 bis 5000 erheblich geringer als die von beispielsweise  $10^6$  bis  $10^8$  für Abtrennung von leichtem Wasser.

Bei der bisherigen Beschreibung erfolgt die Abnahme des Tritiums von dem vom Trockner zur Elektrolysezelle zurückkehrenden Wasser. Alternativ kann die Abnahme von dem Wasserstoff-Gasstrom stattfinden, der vom Entfeuchter-Wäscher 13 zum Anreicherer 10 läuft, wie es durch Leitung 21 in beiden Figuren dargestellt ist.

Es ergibt sich so ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Entfernung von Tritium von schwerem und von leichtem Wasser mit einer Berührung des Tritium-haltigen Speisewassers in einer Katalysatorsäule im Gegenstrom mit Wasserstoffgas, das in einer elektrolytischen Zelle entsteht, um dieses Speisewasser mit Tritium vom elektrolytisch entstandenen Wasserstoffgas anzureichern und um das Tritium-angereicherte Wasser der elektrolytischen Zelle zuzuführen, in der das Wasserstoffgas elektrolytisch erzeugt wird, das dann wieder nach oben durch die Katalysatorsäule geleitet wird. Der Tritiumgehalt des die Anreicherungs-Katalysatorsäule nach oben verlassenden Wasserstoffgases wird in einer Katalysator enthaltenden Abtrennsäule

2900912

weiter verringert, in der das Tritium auf einen Gegenstrom von flüssigem Wasser übertragen wird.

909847/0557

~~-15-~~  
Leerseite



- 17 -  
2900912

Nummer: 29 00 912  
 Int. Cl. 2: B 01 D 59/32  
 Anmeldetag: 11. Januar 1979  
 Offenlegungstag: 22. November 1979

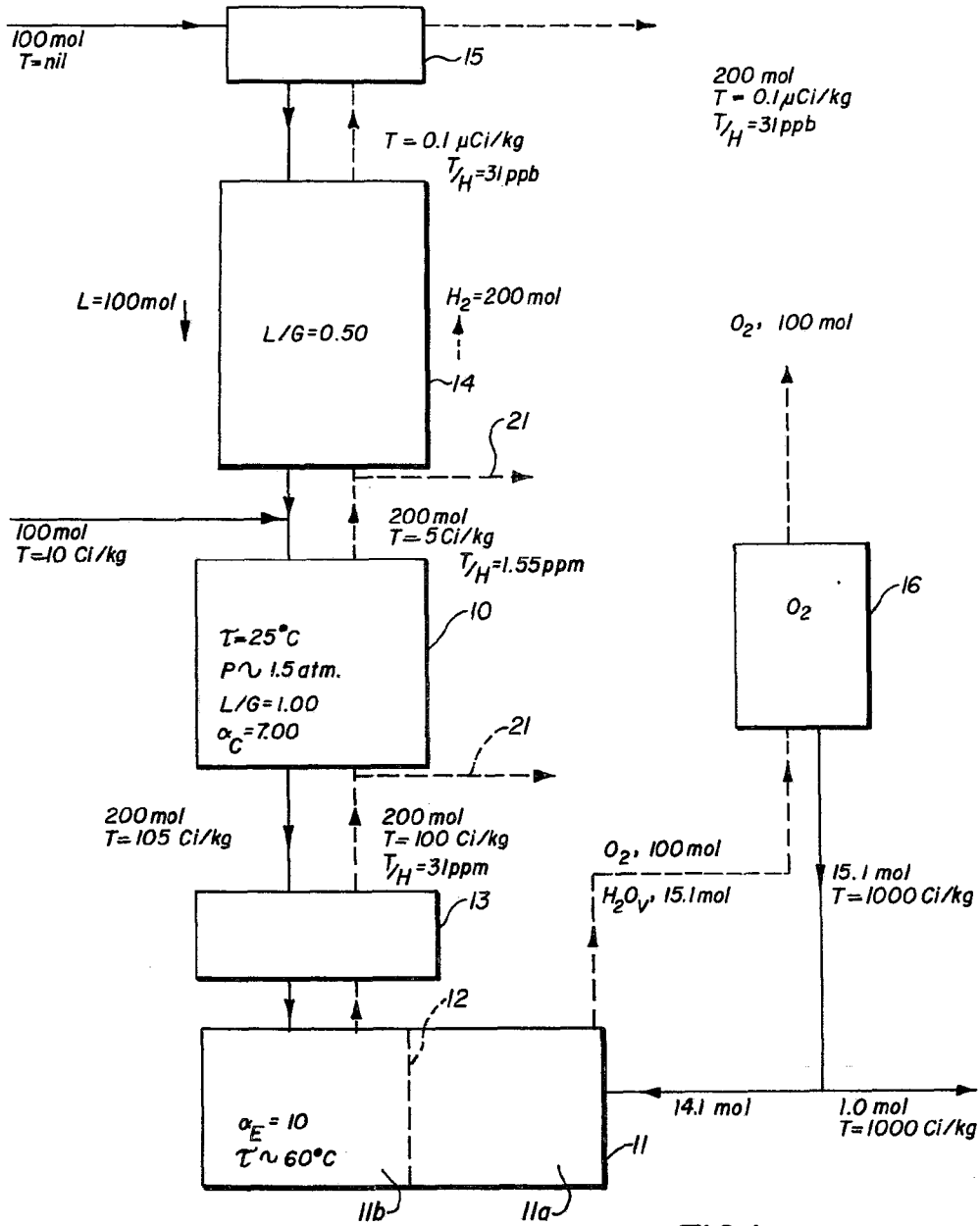


FIG. 1

909847/0557

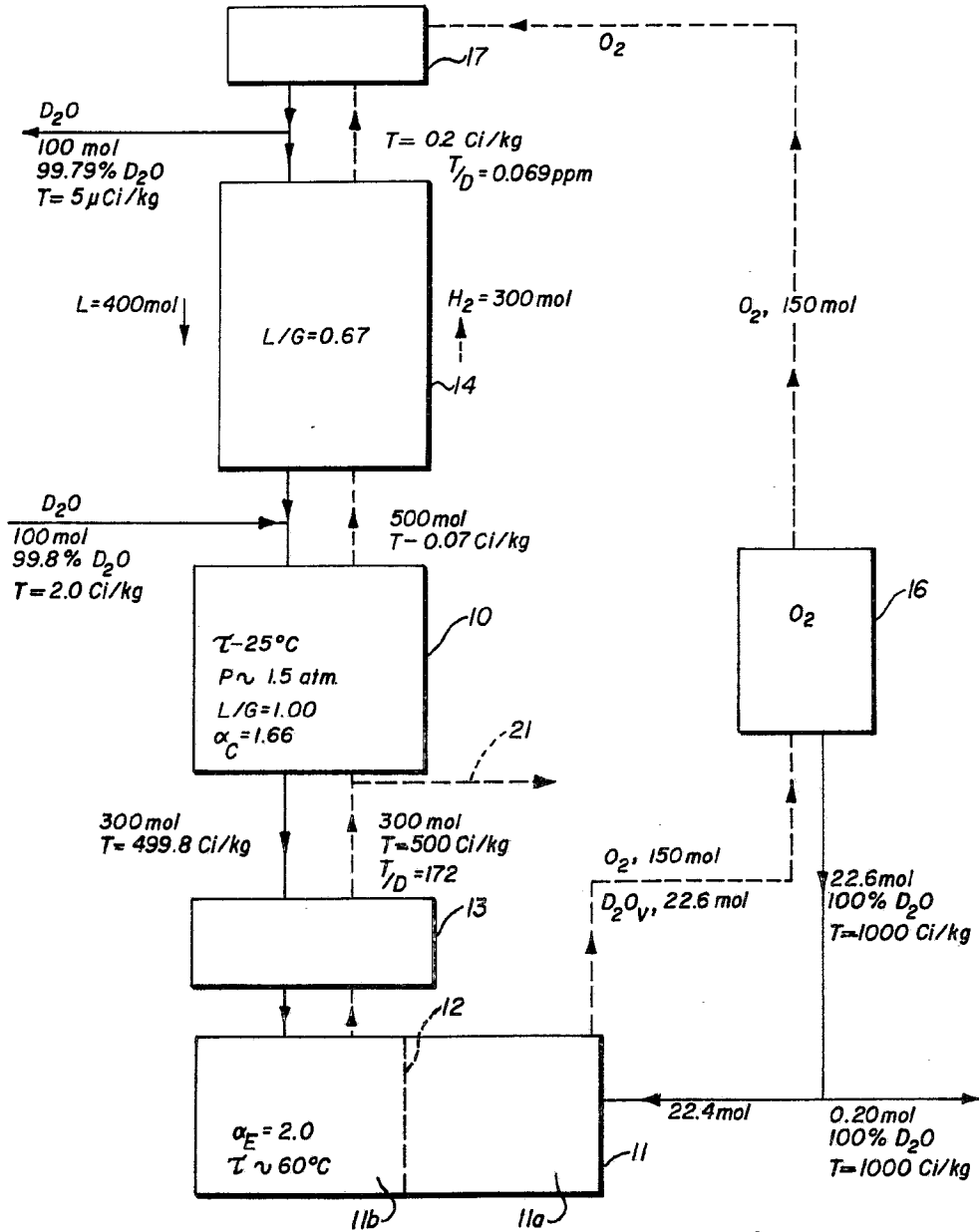


FIG.2